

Машинскиот дел се изработува со леewe од сивлив или од ~ели~енлив доколку има slo`ena konfiguracija ili, pak, so zavaruvawe (vo poedi ne~no proizvodst vo) na standardni ~eli~ni prof ili { to del ot go pravi polesen i do 30 % od isti ot del koga toj e lean.

Spored toa, kako pojdojni f ormi (*poluf abrikat i*) za izrobotka na razni ma{ inski delovi se koristat standardnite ~eli~ni f ormi i prof ili od koi naj~esto kru` nite prof ili, koi so ponatamo{ na dorobotka so def ormacija i osobeno so simnuvawe stru{ ka, se pretvoraat vo ma{ inski delovi so najrazli ~ni f ormi, { to se vgraduvaat vo gol em broj ma{ ini i postrojki.

3.3.2 Видови челици

^el icite mo` e da se podelat spored

- ni vni ot *hemi ski sost av*,
- ni vnata *namena i*
- *pe~kat a* vo koja { to se proizvedeni (*SM, kisloroden – LD Bessemer – ov, Thomas – ov*)

3.3.2.1 Видови челици

сїоред хемискиої сoсїав

Vo *t ab.3.1* se prika` ani nekolku hemi ski elementi koi, vo zavisnost od ni vnata procentualna zastapenost, mo` at da se najdat vo ~elikot vo vid na nepo` elni primesi ili kako negovi legira~ki elementi.

Taka, ako vo sostavot na ~elikot domini ra jaglerodot *C*, a drugite elementi se so pomala procentualna zastapenost od onaa { to e navedena vo tabelata, stanuva zbor za *jagleroden* ~elik. Vo sprotivno, ako vo negoviot sostav eden (ili pove}e) od navedenite elementi e zastapen so pogolem procent od navedeni ot vo *t ab.3.1*, stanuva zbor za *legiran* ~elik. Kako najvl ijatelen legira~ki element se smeta onoj ~ij proizvod od vrednosta na srednata procentualna so dr` ina vo ~elikot i f aktorot na vl ijatelnosta e najgol em, a kako vtor vl ijatelen legira~ki element se smeta onoj ~ija { to vrednost na proizvodot e vtora po gol emi na. Ako se slu~i pove}e legira~ki elementi da imaat ist proizvod, za najvl ijatelen se smeta onoj hemi ski element koj nosi pogolem broen si mbol.

Tab.3.1 Legira~ki elementi vo ~elikot

Легирачки елементи	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V
содржина до%	0,4	0,6	0,8	0,3	0,03	0,1	0,08	0,05
фактор	1,0	1,0	1,0	4,0	4,0	7,0	14,0	17,0
производ	0,4	0,6	0,8	1,2	0,12	0,7	1,12	0,85
броен симбол	1	2	3	4	5	6	7	8

^elici te so pomala soдр`ina jaglerodimaat pomala cврstina i tvrdost. Tie se razvle~livi, lesno se obrabotuvaaat so deformacija i so simnuvawe stru{ka i dobro se zavaruvaaat.

3.3.2.2 Видови челици според намената

Sporod namenata ~elicite se delat na *konstruktivni i alatni*. Za izработка na ma{inski delovi i konstrukcii prvenstveno se koristat konstruktivnite, a za izработка na alati – alatnite ~elici. Vo grupata na konstruktivnite spa|aat *op{tite konstruktivni ~elici i ~elicite za posebni nameni*.

3.3.2.2.1 Ойштии конструктивни челици

Vo ovaа grupa spa|aat jaglerodnite ~elici koi slu`at za izработка na ~eli~ni konstrukcii vo oblata na ma{inogradbata, niskogradbata i vo visokogradbata. Toa se najevtini i naj~esto primenuvani ~elici za normalno optovareni ma{inski delovi i konstrukcii.

Sporod toa vo *tab.3.2* se navedeni karakteristikite na op{tite konstruktivni ~elici, kaj koi vrednosta na zategnuvaka cврstina R_m [N/mm^2] i granicata na razvlekuvawe R_e [N/mm^2] se garantirani od proizvoditelot, dodeka vrednosta na dinami~kata i zdr`livost na materijalot σ_D i τ_D e orientaci ona i negarantirana.

Toa se jaglerodni ~elici nameneti za izработка na zavareni konstrukcii vo ma{inogradbata, niskogradbata, visokogradbata i hidrogadbata za konstrukcii spoeni so zavrтки i zakovki. Toa se isto taka najevtini i naj~esto primenuvani ~elici za najrazli~ni ma{inski delovi i konstrukcii koi {to se normalno optovareni.

Tab.3.2 Опф t i konst rukt i vni ~el i ci

вид	ознака	Гаранџирани механички особености					Негаранџирани мех. особ.							
		запешчувачка цврстина R_m [N/mm ²]	граница на развлекување R_e за дебелина δ [mm]					динамичка издржливост						
			до 16	16 до 40	40 до 63	63 до 80	80 до 100	еднонасочно			наизменично			
								запешчување σ_{Dz}	свишчување σ_{Ds}	усукување τ_D	запешчување σ_{Dz}	свишчување σ_{Ds}	усукување τ_D	
мек и челици	Č.0130	290 до 510	185	175				150						
	Č.0370	340 до 470	235	225	215	205	195	220	260	140	120	170	100	
	Č.0371													
	Č.0374													
	Č.0361													
	Č.0362													
	Č.0363													
Č.0365														
средно шврди челици	Č.0451	410 до 540	275	265	255	235	225	250	300	160	150	190	120	
	Č.0452													
	Č.0453													
	Č.0454													
	Č.0455													
	Č.0561	490 до 630	355	345	335	315	305	310	370	190	180	250	140	
	Č.0562													
	Č.0563													
	Č.0564													
	Č.0565													
Č.0545	470 до 610	295	285	275	265	255								
шврди	Č.0645	570 до 710	335	325	315	305	295	360	430	220	200	280	160	
	Č.0645	670 до 830	365	355	345	335	325	420	500	260	230	320	190	

Во таб.3.3 се наведени карактеристики те на легирани те ~ел и ci наменети за термичка обработка со цементација со содр`ина на јаглерод C помалку од 0,2%. Овие ~ел и ci се употребуваат за машински делови кај кои се бара

Tab.3.3 ^el i ci za cement aci ja

вид на челикої	ознака	главен леѓирачки елемент %	Механички карактеристики по термичкаїа обработка						
			ѓарантирани [N/mm ²]		неѓарантирана динамичка издржливосї при променливо оїшоварување [N/mm ²]				
			ѓраница на развлекување R _e	зашїгнувачка цврстїна R _m	еднонасочно			наизменично	
					зашїгнување σ _D	свиїкување σ _D	усукување τ _D смокнување τ _D	свиїкување σ _D	усукување τ _D смокнување τ _D
јаѓлеродни челици	Č.1120	C 0,12	250	420	280	250	170	220	130
	do			do	do	do	do	do	
	Č.1121	C 0,18	300	520	350	280	190	280	160
	do			do	do	do	do	do	
Č.1220	C 0,18	300	500	310	300	200	250	130	
do			do	do	do	do	do		
Č.1121	C 0,18	300	650	380	340	230	300	160	
do			do	do	do	do	do		
леѓирани челици	Č.4120	Cr 0,8	400	600 do 850	380 do 450	400 do 600	250 do 380	300 do 360	170 do 210
	Č.4320	Cr 1,1	600	800 do 1100	400 do 500	550 do 700	360 do 430	320 do 400	190 do 230
	Č.4321	Cr 1,3	600	850 do 1100	430 do 520	600 do 720	370 do 450	350 do 420	200 do 240
	Č.4720	Cr 1,3	650	900 do 1200	420 do 520	600 do 720	370 do 450	340 do 420	200 do 240
	Č.4721	Cr 1,4	700	1000 do 1300	470 do 580	650 do 830	410 do 520	380 do 480	220 do 280
	Č.5420	Ni 1,7	750	1100 do 1450	400 do 520	550 do 720	340 do 450	320 do 420	180 do 240
	Č.5421	Ni 2,1	800	1200 do 1450	480 do 580	700 do 830	480 do 520	400 do 480	230 do 280

mnogu tvrd povr{inski sloj, otporen na abewe, a pritoa treba da imaat elasti~no i razvle~ljivo jadro, kako i za delovi koji treba da imaat golema dinamika izdr`ljivost na svitkuvawe (*fleksija*), usukuvawe (*torzija*) ili smolknuvawe (*sekcija*). Vo tab.3.4 se navedeni karakteristikite na jaglerodnite ~elici nameneti za termi~ka obrabotka so pobruvawe, odnosno kalewe.

Tab.3.4 ^elici za pobruvawe - jaglerodni

вид на челик	ознака	главен легирачки елемент [%]	Механички карактеристики по термичка обработка					
			гарантирана зајтегнувачка цврстина [R_m , N/mm ²]	негарантирана динамичка издржливост при променливо ойшоварување [N/mm ²]				
				еднонасочно			наизменично	
				зајтегнување σ_b	свийкување σ_b	усукување τ_b	смолкнување τ_b	свийкување σ_b
јаглеродни челици	Č.1330	C 0,25	500 do 650	280	380	200	220	130
	Č.1331			do 330	do 470	do 240	do 270	do 160
	Č.1430	C 0,40	550 do 800	330	470	220	270	160
	Č.1431			do 420	do 560	do 280	do 320	do 190
	Č.1530	C 0,50	600 do 900	360	520	230	300	180
	Č.1531			do 480	do 590	do 310	do 340	do 200
	Č.1730	C 0,65	700 do 1050	420	590	280	340	200
	Č.1731			do 550	do 700	do 370	do 4000	do 230

Ovie ~elici se nameneti za izrabotka na ma{inski delovi od koji se bara tvrdo jadro, kako i tvrd povr{inski sloj (40 do 42 HRC), {to se posti gnava

so plameno ili induktivno kalewe. Vo podobrena i otpu{ tena sostojba, povr{inski ot sloj i ma od 25 do 32 HRC. Vo t ab.3.5 se navedeni karakteristiki te na neкои ednokratno i dvokratno legirani ~elici za podobruvawe.

Tab.3.5 ^elici za podobruvawe - legirani

вид на челикои	ознака	главен леѓирачки елемент %	Механички карактеристики по термичкаа обработка						
			гарантирана зајтегнувачка церашина R_m N/mm ²	негарантирана динамичка издржливост при променливо ойшоварување [N/mm ²]					
				еднонасочно			наизменично		
				зајтегнување σ_b	свийкување σ_b	усукување τ_b с.мо.кнување τ_b	свийкување σ_b	усукување τ_b с.мо.кнување τ_b	усукување τ_b с.мо.кнување τ_b
леѓирани челици	Č.3130	Mn 1,1	700 do 1050	450 do 650	630 do 840	290 do 410	360 do 480	210 do 280	
	Č.3230	Mn 1,4	700 do 1200	460 do 650	660 do 870	280 do 500	380 do 500	220 do 290	
	Č.3830	Mn 1,9	900 do 1300	550 do 750	780 do 1000	340 do 550	450 do 580	260 do 320	
	Č.4130	Cr 1,2	800 do 1200	500 do 650	700 do 870	280 do 500	400 do 500	230 do 290	
	Č.4730	Cr 1,2	650 do 1050	400 do 620	560 do 700	270 do 410	320 do 400	180 do 230	
	Č.4830	Cr 1,2	800 do 1300	670 do 750	780 do 1000	370 do 550	450 do 580	260 do 330	

	Č.5430	Ni 1,2	750 do 1300	550 do 750	840 do 1000	340 do 550	480 do 580	270 do 320
--	--------	--------	-------------	------------------	-------------------	------------------	------------------	------------------

3.3.2.2 Челици за посебна намена

Во таб.3.6 се наведени карактеристиките на легираните челици со специјална намена за изработка на пружини.

Таб.3.6 Челици за пружини – легирани (за подобрување)

Ознака	Хемиски состав, max.			Гарантирани механички карактеристики			
	Главни легирачки елементи [%]		Спореден легирачки елемент [%]	Тврдост HB [N/mm ²] за состојба		Калена и попушнена состојба	
	Si	C		Шойло валана	Мeko жарена	Граница на развлекување R _e [N/mm ²]	Заштепувачка цврстина R _m [N/mm ²]
Č.2130	Si 1,6	C 0,42	Mn 0,8	240	217	1050	1200 do 1400
Č.2131	Si 1,8	C 0,60	Mn 0,8	267	230	1100	1300 do 1500
Č.2132	Si 1,8	C 0,55	Mn 0,8	270	230	1100	1300 do 1500
Č.2133	Si 1,8	C 0,60	Mn 1,0	290	235	1100	1300 do 1500
Č.2330	Si 1,6	Mn 1,2	C 0,65	310	240	1100	1300 do 1500
Č.2331	Si 1,8	Mn 1,0	C 0,65	310	240	1100	1300 do 1500
Č.2134	Si 1,8	C 0,70	Mn 1,0	310	240	1200	1400 do 1600
Č.4230	Cr 0,6	Si 1,4	Mn 0,6	310	240	1350	1500 do 1700
Č.4830	Cr 1,2	V 0,12	Si 0,35	310	235	1200	1350 do 1700
Č.4831	Cr 1,2	V 0,12	Mn 1,1	310	235	1350	1350 do 1700

Ovie ~elici se odlikuvaat so visoka vrednost na nivnata grani ca na elasti ~nost. Legirani se so silicium *Si* i hrom *Cr*, kako i so mangan *Mn*, vanadium *V* i dr. ^elici te za pru` i ni ne se zavaruvaat.

Pokraj navedeni te vi dovi ~elici postojat i drugi so opredel ena namena kako { to se ~elici za: kotelski limovi, bezrabni cevki i ~elici za avtomati. Vo ponovo vreme se pojavija i ~elici { to ne korodi raat kako i ~elici za neкои други specifi ~ni nameni.

Pri izborot na materijalot prednost treba da se daje na ~elicite so negarantiran sostav, bidej}i se najevtini. Duri vo slu~aite koga tie so svoite osobenosti ne zadovoluvaat t.e. koga se bara pogol ema vrednost na cvrstinata ili `ilavosta na materijalot, mo`e da se izbere nekoj od poskapite materijali, koj so svoite osobenosti }e gi zadovolji barawata na materijalot na ma{ inski ot del. Vo slu~aj na mnogu optovareni ma{ inski del ovi, i sklu~itel no se bi raat legirani ~elici za termi ~ka obrabotka.

3.3.3 Означување на челико̄и

Oznakata na ~eli ~nite materijali se состоi od: *osnovna oznaka* koja pak se состоi od *oznakata na materijalot* **Č** za *~elik*, odnosno **ČL** za *~eli ~en liv* i *~etiri odnosno pet brojni simboli* koji go ozna~uvaat vidot na ~elikot, *dopolnitelna oznaka* { to dava podatoci za namenata odnosno sostojbata na materijalot i *drugi dopolnitelni oznaki*.

3.3.3.1 Ойш̄и конст̄руктивни челици

Vo *tab.3.7* e prikana na~inot na obele`uvawe na konstruktivnite ~elici so propi { ani mehanski osobenosti (*tab.3.2*).

Primer 1:

Vo oznakata na materijalot **Č. 0365** spored *tab.3.7* poedine~nite simboli go imaat slednoto zna~ewe:

- **Č** - *~eli ~en materijal*
- **0** - *~elik so propi { ani mehanski osobenosti*
- **3** - *nominalna zat egnuva~ka cvrstina na $R_m = 350$ do 380 [N/mm²]*
- **65** - *podgrupa na ~elici so ograni ~ena sodr`i na na fosfor P i sulfur S i delumno ograni ~ena sodr`i na na jaglerod C , silicium Si i mangan Mn .*

Primer 2:

Potrebno e da se napi { e oznakata za ~eli ~en liv so:

- *propi { ani mehani ~ki osobenost i*
- *nominalna zat egnuva~ka cvrst ina $R_m = 580$ do 680 [N/mm²]*
- *ograni~ena sodr`ina na fosfor P i sulfur S i delumno ograni~ena sodr`ina na jaglerod C, silicium Si i mangan Mn.*

Sporod nasokite dadeni v tab 3.7, oznakata za ovoj materijal e: **ČL 0646**
 Tab.3.7 Oznacuvane na ~elici te so propi { ani mehani ~ki osobenost i

симбол	Основна ознака				
	I месѝо	II месѝо		III, IV и евентуално V месѝо	
		симбол	запегнувачка цврстѝина R_m [N/mm ²]	симбол	значење - подгрѝа
Č оди ČL	0	0	ne e propi { ana	00 do 44	jaglerodni ~elici bez propi { ana sodr`ina na fosfor P i sulfur S
		1	najmnogu do 320		
		2	nad 320 do 350		
		3	nad 350 do 380	45 do 79	jaglerodni ~elici so ograni~ena sodr`ina na fosfor P i sulfur S. Delumno ograni~ena sodr`ina na jaglerod C, silicium Si i mangan Mn.
		4	nad 380 do 480		
		5	nad 480 do 580		
		6	nad 580 do 680	80 do 99 801 do 999	jaglerodni ~elici so ograni~ena sodr`ina na fosfor P i sulfur S. Delumno propi { ana sodr`ina na jaglerod C,
7	nad 680 do 780				

	8	nad 780 do 880	sodr`ina na jaglenorod C, silicium Si i mangan Mn i so dodat ok na legira~ki elementi.
	9	nad 880	

3.3.3.2 Леґирани челици

Vo tab.3.8 e prikа`an na~i not na obele`uvawe na legirani te ~elici (tab.3.3; tab.3.4; tab.3.5 i tab.3.6).

Tab.3.8. Ozna~uvawe na legirani te ~elici

симбол	Основна ознака			
	I месѝо	II месѝо	III, IV и евентуално V месѝо	
			симбол	значење - иодґрупа
C*	I za jagleroden ~eliki ili simbol na najvljat elen legira~ki element (tab.3.1)	deset krat na vrednost na maksimalen procent na jaglenorod za jaglerodni ~elici ili simbol na vt or povlijani e legira~ki element za dvojno legirani ~elici ili pak I za ednokrat no legirani ~elici	00 do 19	jaglerodni ~elici so propi { an sostav i legirani ~elici nameneti za termi~ka obrabotka
			20 do 29	jaglerodni ~elici i legirani ~elici nameneti za termi~ka obrabotka - cementacija
			30 do 39	jaglerodni ~elici i legirani ~elici nameneti za termi~ka obrabotka - podobruvawe
			40 do 59	jaglerodni ~elici i legirani ~elici nameneti za alat
			60 do 69	~elici so osobeni fizi~ki osobenosti
			70 do 79	hemiski postojani i ognootporni ~elici

			80 do 89	brzorezni ~elici
			90 do 99	~elici za avtomati

Пример 1: Potrebno je da se napiše oznaka za legiran ~elik so najvljat eleni edinstven legira~ki element mangan {to je namenet za termi~ka obrabotka - podobruvawe.

Spored nasokite dadeni v tab.3.1 i tab.3.8, oznakata za ovoj materijal je: **Č. 3130.**

Пример 2: Potrebno je da se opiše ~elikot daden so oznakata **Č. 4721**

- spored oznakata na prvoto i vt oroto mesto ~elikote dvokrat no legiran
- spored tab.3.1 prv povlijanieligi ra~ki elemente hrom Cr (4 na prvomesto)
- spored tab.3.1 vt or legira~ki elemente molibden Mo (7 na vt oroto mesto).
- spored oznakata na tretoto i ~etvrtoto mesto 21, spored tab. 3.8 ~elikote namenet za termi~ka obrabotka so pomoč na cementacija.